

ENERGI IMPAK HELMET SEPEDA MOTOR YANG DIKENAI BEBAN JATUH BEBAS

Rahmat Kartolo Simanjuntak
Dosen KOPERTIS Wilayah I

Abstract

Events that often occur in traffic accidents where the driver is falling from the vehicle and the clash of heads in spite of wearing a motorcycle helmet, but the type of non-standard helmet. From these events we need to know how much impact energy received at the impact location that causes damage to the helmet. This study aims to obtain the variation of impact energy that was absorbed by motorcycle helmet to the height of fall and form the anvil. The method used in this study is in free fall impact method using free-fall impact tester multipurpose. Testing is done by giving the variation of the height of fall and forms the basis of test (anvil). The test result on several types of anvil was found that the smallest energy that causes the damage occurred on helmet bullet type anvil, amounting to 3.24 J at a height of 0.3 m. This means that by using only a very small energy, the motorcycle helmet will fail. While on a flat plate type anvil energy required to cause failure on a motorcycle helmet is 16.50 J at a height of 0.75 m.

Keywords: Impact energy, free-fall impact method, anvil.

1. Pendahuluan

Uji standard yang kita kenal saat ini diadopsi dari: SNI 09-1811-1998 9 (Indonesia); JIS T 8131-1977 (Jepang); ANSI Z 89.1-1997 (USA), dimana menggunakan test rig jatuh bebas yang dalam penelitian ini akan digunakan alat uji impak jatuh bebas, (Gambar 2.1.).

Helm, sebagai subyek penelitian, yang akan diuji adalah helm non-standard yang dibeli langsung di toko helm ini dipilih karena ternyata masih banyak dipakai pengendara sepeda motor di Medan. Dengan uji impak standard banyak tidak lolos uji, artinya helm ini tidak mampu menyerap beban impak dengan baik dan tidak mampu menahan penetrasi yang baik.

Penyelidikan dan pengujian terhadap kehandalan dan kekuatan helmet telah dilakukan oleh beberapa peneliti dan balai pengujian dengan kajian dalam beberapa aspek yang

berbeda, antara lain: uji standard keparahan rusak helm yang memungkinkan merusak lapisan kulit kepala lewat penetrasi, oleh *Sirim Berhad*, Malaysia [1] dan B4T Deperindag, Bandung Indonesia [2]. Thomson, R.D., [3] melakukan penyelidikan tentang kekuatan dan ketahanan helm industri terhadap beban transversal, sedangkan Yu T., et al [4] melakukan pengujian terhadap kekuatan dan ketahanan helm dengan pengimpakan terpusat dan pengimpakan penetrasi.

Selanjutnya Syam, B., [5] dan Mahadi, B., [6] telah melakukan penelitian tentang teknik pengukuran tegangan insiden dengan aplikasi teknik dua gage untuk pengujian helm industri yang dikenai beban impak kecepatan tinggi.

Penelitian helm industri secara simulasi komputer dengan menggunakan pendekatan elemen hingga oleh Nayan [7], dengan menyelidiki perilaku yang terjadi pada helm akibat benda jatuh dari

ketinggian 40 meter. Berdasarkan serangkaian penelitian tersebut peneliti terdorong untuk melakukan penelitian dengan menggunakan metode jatuh bebas.

Dalam penelitian dibangun alat uji jatuh bebas helmet sepeda motor non standard yang dirangkaikan dengan komputer PC dan perangkat lain yang dibutuhkan sebagai sistem data akuisisinya.

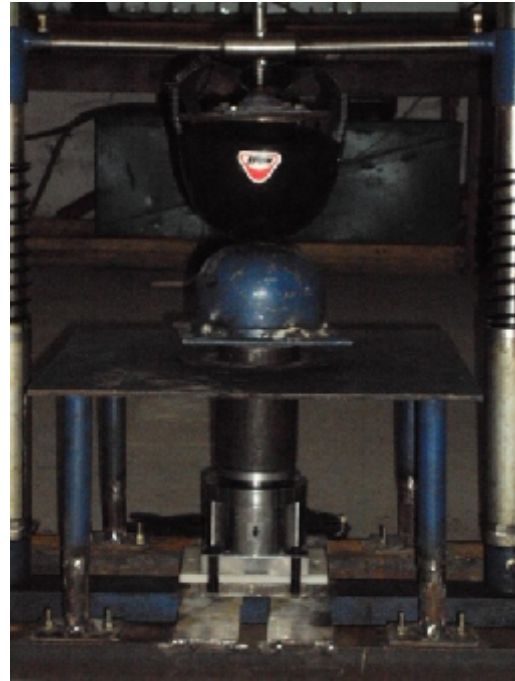
Kejadian yang sering terjadi pada kecelakaan lalu lintas ialah dimana pengendara jatuh dari kendaraan dan mengalami benturan yang mengenai kepala meskipun telah memakai helmet sepeda motor, namun dari jenis helmet non standard.

Dari peristiwa ini perlu diketahui seberapa besar tegangan yang diterima pada lokasi pengimpakan, distribusi tegangan yang terjadi dipermukaan kepala, besar dampak yang menyebabkan terjadinya keretakan pada helmet.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan variasi energi dampak yang mampu diserap helmet sepeda motor terhadap ketinggian jatuh dan bentuk landasan jatuh. Dengan demikian dapat diketahui kekuatan helmet sepeda motor apabila mengalami pembebanan pada jarak dan arah jatuh tertentu.

2. Eksperimental

Dalam melakukan penelitian, perakitan serta penempatan mesin ini dilaksanakan di Pusat Riset Dampak dan Keretakan, Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan. Alat uji yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah alat uji jatuh bebas multiguna dengan konstruksi diperlihatkan pada gambar 1.

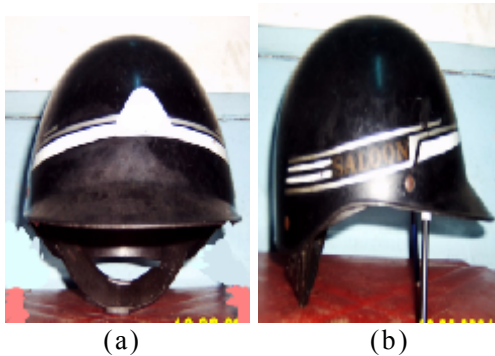


Gambar 1. Alat uji dampak jatuh bebas

Bahan yang dipergunakan pada penelitian ini ialah helmet sepeda motor non standard yang masih banyak digunakan pengendara sepeda motor di Sumatera Utara khususnya di kota Medan. Peneliti mengasumsikan bahwa helm jenis ini belum memenuhi kategori standard, karena tidak terdapat label maupun *sticker* uji standard SNI yang tertera pada helmet. Bentuk helmet yang diuji diperlihatkan pada gambar 2.

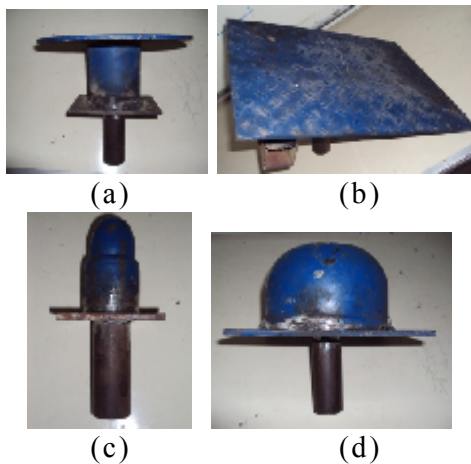
Alat Pengukur Gaya Dampak Benda Jatuh Bebas (*load cell*) adalah sebuah sensor gaya yang bekerja menggunakan *strain gage full bridge* dengan tahanan SG 350 ohm. Kemampuan alat ini dapat menerima beban dan mengukur gaya dampak hingga 30.000 kg, dan untuk penggunaannya alat ini sudah mendapatkan sertifikat kalibrasi dari Komite

Akreditasi Nasional untuk 20.000 kg.



Gambar 2. Helmet sepeda motor *non-standard* ; (a) tampak depan, (b) samping

Anvil adalah landasan sebagai sasaran impak jatuh bebas yang menggambarkan berbagai kondisi jatuhnya helmet di lapangan. Pada penelitian ini terdapat 4 (empat) buah jenis anvil, yaitu jenis plat datar, plat miring, peluru, dan setengah bola. Bentuk-bentuk anvil tersebut diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 3. Anvil pengujian; (a) plat datar, (b) plat miring, (c) peluru, dan (d) setengah bola.

Dalam penelitian ini variabel yang diamati adalah sebagai berikut: (1) jarak pengimpakan helmet sepeda motor terhadap variasi anvil mulai

dari ketinggian 0,5m, 1m, 1,5m, 2m, 2,5 m, 3m, 3,5m, dan 4m.

Akibat tumbukan benda jatuh bebas pada alat sensor, maka timbul gelombang tegangan tekan (*compressive stress wave*). Pada alat sensor, gelombang akan ditangkap oleh pengolah sinyal (*signal conditioner*) berupa perubahan tahanan listrik $\Delta R/R$ yang sebanding regangan yang diterima *strain gage* dengan *bridge box*. Selanjutnya dengan menggunakan alat pengolah sinyal tersebut dikonversikan dalam bentuk tegangan listrik. Sinyal-sinyal tersebut diteruskan dalam bentuk gelombang, kemudian ditampilkan pada penampil sinyal dalam bentuk digital sehingga dapat terbaca langsung. Akhirnya sinyal tersebut diteruskan ke perangkat komputer yang telah dilengkapi dengan *software* pengukuran *DAQ For Helmet Impact Testing Software*. *Software* yang dimaksud diperlihatkan pada gambar 4.



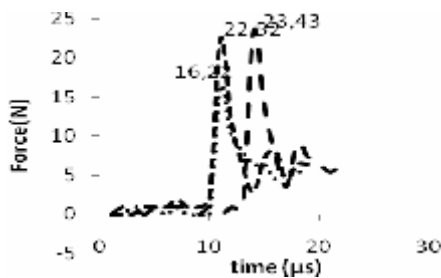
Gambar 4. *DAQ For Helmet Impact Testing Software*

3. Hasil dan Pembahasan

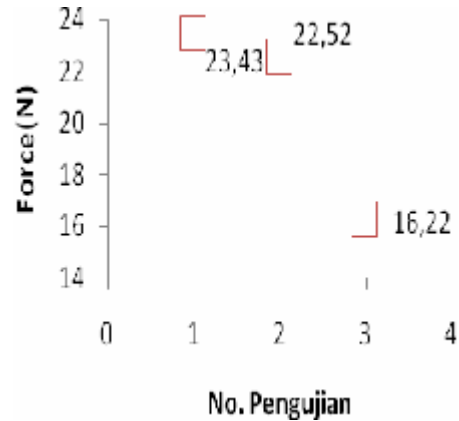
Gaya maksimum yang terkandung dalam setiap pengujian diperoleh dengan menggunakan persamaan $F = m \cdot a$. Karena percepatan yang mempengaruhi pengujian ini hanya berasal dari percepatan gravitasi bumi, maka variabel a pada persamaan tersebut dapat digantikan dengan konstanta gravitasi bumi, yang diasumsikan sebesar $9,81 \text{ ms}^{-2}$. Oleh karena massa benda jatuh yang telah didesain adalah 5 kg, maka gaya maksimumnya ialah 49,05 N. Sementara energi yang diserap helm bergantung kepada posisi ketinggian jatuh helm ke anvil. Besarnya gaya impact yang diserap helmet diperlihatkan pada gambar 5.

Energi yang mampu diserap helmet pada anvil jenis ini tidak lebih dari 50% dari keseluruhan energi tersedia ($E_{maks} = 36,78 \text{ J}$). Selanjutnya untuk hasil pengujian dengan ketinggian 0,5 m, energi yang mampu diserap hanya sekitar 20% dari keseluruhan energi yang diberikan ($E_{maks} = 24,52 \text{ J}$), sebelum akhirnya mengalami kerusakan.

Besarnya gaya impact yang dihasilkan untuk anvil plat datar diperlihatkan pada gambar 6.



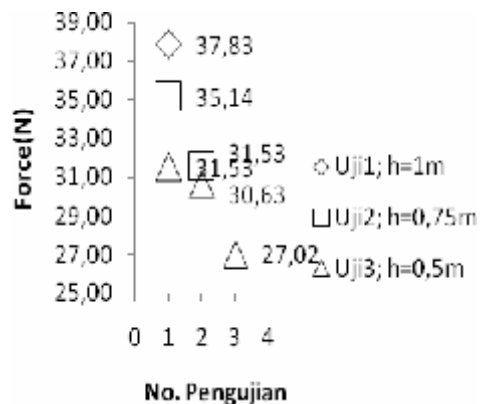
Gambar 5. Hasil uji impact Anvil $h = 0,75 \text{ m}$.



Gambar 6. Gaya impact untuk anvil plat datar.

Pada pengujian pertama gaya yang diberikan pada helm hampir sama dengan perbedaan sebesar 4%. Demikian juga pada pengujian kedua, gaya yang diberikan hanya memiliki perbedaan sebesar 2%. Tetapi pada pengujian ketiga, terdapat perbedaan yang signifikan yaitu sebesar 22%.

Gaya maksimum pada pengujian impact jatuh bebas dengan anvil bentuk plat miring diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil pengujian impact jatuh bebas helm non-standar dengan anvil plat miring.

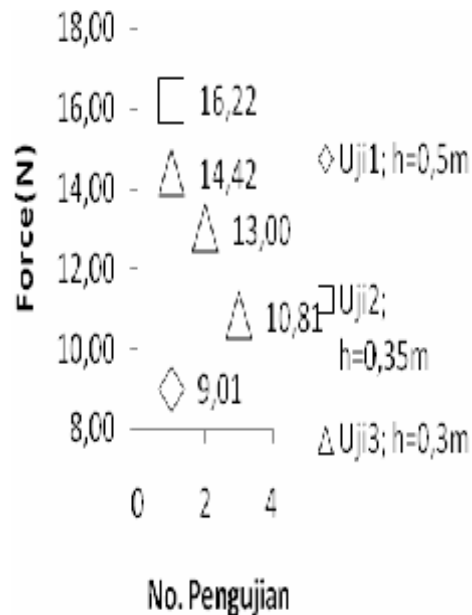
Pada pengujian pertama dengan ketinggian jatuh 1 m, helm langsung mengalami kerusakan. Pada kondisi ini energi yang diserap helm mencapai 77% dari keseluruhan energi yang diberikan. Selanjutnya pada pengujian kedua dengan ketinggian jatuh 0,75 m dilakukan hingga dua kali percobaan.

Pada percobaan pertama uji kedua, energi yang diserap helm sekitar 72% dan helm tidak mengalami kerusakan. Tetapi pada percobaan kedua helm mengalami kerusakan dan energi yang terserap adalah sebesar 64%. Selanjutnya pada pengujian ketiga dengan ketinggian jatuh 0,5 m dilakukan hingga tiga kali percobaan. Energi yang terserap pada masing-masing percobaan mulai percobaan pertama, kedua dan ketiga berturut-turut ialah 64%, 62%, dan 55%.

Apabila dibandingkan dengan jenis anvil plat datar terlihat bahwa kemampuan helm lebih baik pada jenis anvil plat miring.

Hal ini dibuktikan berdasarkan hasil serangkaian pengujian yang telah dilakukan, dimana energi yang diserap pada plat datar relatif cukup kecil untuk menyebabkan kerusakan pada helm non-standar dibandingkan pada jenis anvil plat miring. Perbedaan energi yang diserap tersebut adalah 62%.

Gaya maksimum pada pengujian impact jatuh bebas dengan anvil bentuk peluru diperlihatkan pada gambar 8.



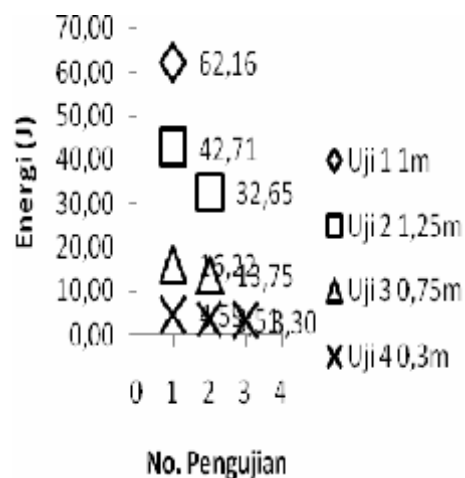
Gambar 8. Data hasil pengujian impact jatuh bebas pada helm non-standar dengan anvil jenis peluru

Akibat bentuk anvil pada jenis ini relatif tajam, maka pada pengujian pertama dengan ketinggian 0,5 m dan gaya yang diberikan relatif cukup kecil, maka helm telah mengalami kerusakan. Energi yang diserap hanya sekitar 18% dari keseluruhan energi yang tersedia (24,53 J). Selanjutnya pada pengujian impact dengan ketinggian 0,35 m, hasilnya helm mengalami kerusakan hanya dengan sekali percobaan. Energi yang diserap juga relatif kecil yaitu 33% dari keseluruhan energi yang tersedia. Pada pengujian ketiga dengan ketinggian jatuh 0,3 m, dilakukan sebanyak tiga kali percobaan. Energi rata-rata yang diserap helm pada pengujian ini ialah sebesar 3,82 J atau sebesar 25% dari keseluruhan energi yang tersedia (14,72 J).

Jika dibandingkan dengan dua jenis anvil sebelumnya maka

kekuatan helm non-standar pada jenis anvil ini relatif sangat rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan konsentrasi beban sepenuhnya terjadi pada ujung peluru.

Gaya maksimum pada pengujian impact jatuh bebas dengan anvil bentuk setengah bola diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9. Data hasil pengujian impact jatuh bebas helm non-standar dengan anvil jenis setengah bola.

Pada jenis anvil ini dilakukan 4 (empat) kali pengujian seperti diperlihatkan pada tabel 4.5. Pada pengujian pertama dengan ketinggian jatuh 1,5 m, helm mengalami kerusakan dalam satu kali pengujian. Energi yang diserap pada pengujian ini ialah sebesar 85% dari energi keseluruhan yang dapat terjadi pada posisi tersebut ($E_{maks} = 73,6$ J). Pada pengujian kedua dilakukan 2 (dua) kali percobaan dengan gaya dan energi rata-rata sebesar 30,15 N dan 37.68 J. Jumlah energi rata-rata yang mampu diserap helm pada posisi ini adalah 61.5% dari energi

keseluruhan yang dapat terjadi pada posisi tersebut ($E_{maks}=61,31$ J).

Pada pengujian ketiga dilakukan dalam 2 (dua) kali percobaan juga, dengan gaya dan energi rata-rata sebesar 19,98 N dan 14,98 J. Jumlah energi rata-rata yang mampu diserap helm pada posisi ini ialah 40,7% dari energi keseluruhan yang dapat terjadi pada posisi tersebut ($E_{maks} = 36,79$ J). Pada pengujian keempat dilakukan 3 (tiga) kali percobaan, dengan gaya dan energi rata-rata sebesar 12,67 N dan 3,8 J. Jumlah energi rata-rata yang mampu diserap helm pada posisi ini ialah 25,8% dari energi keseluruhan yang dapat terjadi pada posisi tersebut ($E_{maks} = 14,72$ J). Perbandingan energi yang diserap pada tiap-tiap pengujian dengan jenis anvil setengah bola ini diperlihatkan pada gambar 4.31.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut kekuatan helm non-standar tidak begitu baik jika dikenai beban dengan struktur setengah bola ini. Hal ini terbukti dengan jumlah energi yang diberikan relatif cukup kecil, maka helm sudah mengalami kerusakan. Kasus ini mirip dengan kasus impact jatuh bebas yang menggunakan anvil jenis peluru, dimana konsentrasi beban yang masuk kedalam helm terkonsentrasi pada suatu titik.

4. Kesimpulan

1. Beban impact maksimum yang diserap helmet sepeda motor pada pengujian dengan jenis anvil plat datar sebesar 23,43 N pada ketinggian 0,75 m. Untuk anvil jenis plat miring

gaya maksimum yang terjadi pada variasi ketinggian jatuh 1 m, 0,75 m, dan 0,5 m berturut-turut adalah 37,83 N, 35,14 N, dan 31,53 N. Untuk anvil jenis peluru gaya maksimum yang terjadi pada variasi ketinggian jatuh 0,5 m, 0,35 m, dan 0,3 m berturut-turut 9,01 N, 16,22 N, dan 14,42 N. Untuk anvil jenis setengah bola gaya maksimum yang terjadi pada variasi ketinggian jatuh 1,5 m, 1,25 m, 0,75 m, dan 0,3 m berturut-turut 41,44 N, 34,17 N, 21,62 N, dan 15,30 N.

2. Berdasarkan hasil pengujian terhadap beberapa jenis anvil diperoleh bahwa energi terkecil yang menyebabkan helmet rusak terdapat pada jenis anvil peluru, yaitu sebesar 3,24 J pada ketinggian 0,3 m. Artinya dengan hanya menggunakan energi yang sangat kecil, maka helmet sepeda motor tersebut akan mengalami kegagalan. Sedangkan pada jenis anvil plat datar energi yang dibutuhkan untuk menyebabkan kegagalan pada helmet sepeda motor adalah 16,50 J pada ketinggian 0,75 m.

Daftar Pustaka

- Kolsky, H., *An Investigation of The Mechanical Properties of Materials at Very High Rate of Loading*, Proc. Phys. Soc. (London), B62, 676-700 (1949).
- Johnson, W., *Impact Strength of Materials*, Edward Arnold, London, 1972.
- Syam, B., *A Measuring Method for Impact Tensile Strength and Impact Fracture Behaviors of Brittle Materials*, A Doctoral Dissertation, Muroran Institute of Technology, Muroran, Japan, March 1996, pp. 29-98.
- Yanagihara, N., *Theory of One-Dimensional Elastic Wave for the Measurement of the Impact Force*, Bulletin of JSME, vol. 43, 1977, pp. 40-48.
- Syam B, Nayan A, Penyelidikan Perilaku Mekanik Helm Industri Akibat Beban Impak Kecepatan Tinggi, *Prosiding Seminar Material dan Struktur (MASTRUCT)*, Medan, Januari, 2004.
- Japan International Standard for *Safety Helmet*, T-8131, Japan, 1977.
- Standar Nasional Indonesia, *Helm Pengendara Kendaraan Bermotor Roda Dua untuk Umum*, SNI 19-1911-1990.
- Robert Metz, *Impact and Drop Testing with ICP[®] Force Sensors*, PCB Piezotronics, Inc, Automotive Testng Expo, North America USA, 2006.